



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 37 547 A 1**

⑤ Int. Cl.⁵:
F 27 B 9/38
B 21 B 1/22

⑲ Aktenzeichen: P 41 37 547.5
⑳ Anmeldetag: 12. 11. 91
㉓ Offenlegungstag: 13. 5. 93

DE 41 37 547 A 1

⑦ Anmelder:
EKO Stahl AG, O-1220 Eisenhüttenstadt, DE

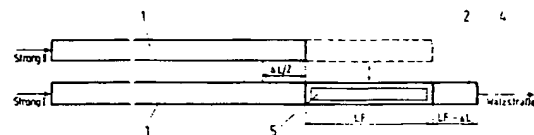
⑦ Erfinder:
Bathelt, Jürgen, Dr.; Budach, Marina, O-1220
Eisenhüttenstadt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Durchlaufofen zum Erwärmen von Dünnbrammen

⑤ Die Erfindung betrifft einen Durchlaufofen zur Erwärmung von Dünnbrammen bei der Herstellung von Warmbreitband aus dünnen Brammen.

Der Durchlaufofen besteht aus mindestens zwei parallelen Ofensektionen (Einlaufteile), in welche die Brammen beim Gießen auf mindestens zwei Gießsträngen nach ihrer Trennung vom Strang jeweils einlaufen, daran im technologischen Fluß der Brammen angeordnet, mindestens eine quer zur Bewegung der Brammen durch die Ofensektionen verfahrbare Ofensektion (Fähre), um die Brammen erforderlichenfalls in die Bewegungsachse der Walzstraße zu verfahren und daran im technologischen Fluß der Brammen angeordnet, eine auf einer gemeinsamen Bewegungsachse mit der nachgeordneten Walzstraße befindliche Ofensektion (Halteteil) zur Aufnahme der Brammen beim Abwalzen in der Walzstraße, gekennzeichnet dadurch, daß die Länge des verkürzten Halteteils (4) kleiner als die maximale Länge der mit der Fähre (2) quer zu ihrer Bewegungsrichtung durch die Ofensektionen verfahrbaren Brammen (5) ist.



DE 41 37 547 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Durchlaufofen zur Erwärmung von Dünnbrammen bei der Herstellung von Warmbreitband aus dünnen Brammen. Anwendungsgebiet der Erfindung sind metallurgische Betriebe, in denen die Herstellung von Warmbreitband, ausgehend vom erschmolzenen Stahl, in unmittelbarer Folge der Verfahrensstufen Vergießen des flüssigen Stahls zu dünnen Brammen, Erwärmung der Dünnbrammen in einem Durchlaufofen und Walzen der Dünnbrammen auf einer Fertigstaffel mit sich anschließender Abkühlung bis zum Aufhaspeln des Warmbreitbandes, abläuft.

Durchlauföfen zur Erwärmung von Dünnbrammen bei der Herstellung von Warmbreitband aus dünnen Brammen sind bekannt. Der derzeitige Entwicklungsstand basiert auf den Verfahrensschritten Gießen eines Stranges mit anschließender Abkühlung — Schneiden auf Dünnbrammenlänge — Erwärmung der Dünnbrammen in einem Durchlaufofen — Entzundern der Dünnbrammenoberfläche — Walzen zu Warmbreitband auf einer Fertigstaffel — Abkühlung des Warmbandes — Aufhaspeln des Warmbandes. Dabei ergibt sich als ein wesentliches Problem, den Produktionsablauf zwischen Gieß- und Walzprozeß zu synchronisieren und die spezifische Leistungsfähigkeit der beiden Prozesse hinsichtlich maximaler Produktivität des Gesamtverfahrens in Übereinstimmung zu bringen.

Die Einlaufgeschwindigkeit der Brammen in das erste Gerüst der verwendeten herkömmlichen Walzstaffeln ist wesentlich höher als die zu realisierende Gießgeschwindigkeit beim Stranggießen der Dünnbrammen. Deshalb hat der zwischen Gießanlage und Walzstaffel angeordnete Durchlaufofen neben Erwärmung der Brammen eine Speicherfunktion zu erfüllen. Diese Speicherfunktion gewährleistet das kontinuierliche Gießen auch bei Stillständen, insbesondere zum zyklischen Walzenwechsel in der Walzstaffel sowie die bessere Ausnutzung der Walzkapazität der Walzstraße durch Gießen der Brammen z. B. auf zwei Strängen.

Der hierfür üblicherweise verwendete Durchlaufofen besteht aus zwei parallelen Ofensektionen (Einlaufteile), in welche die Brammen beim Gießen auf den beiden Gießsträngen nach ihrer Trennung vom Strang jeweils einlaufen. Daran schließt sich im technologischen Fluß der Brammen eine quer zur Bewegung der Brammen durch die Ofensektionen verfahrbare Ofensektion (Fähre) an, um die Brammen von dem nicht in der Walzachse liegenden Einlaufteil in die Walzachse zu verfahren, wo sie von einer weiteren Ofensektion (Halteteil) zum Abwalzen aufgenommen werden. Die Länge von Fähre und Halteteil wird dabei von der im Produktionsregime der Anlage vorgesehenen längsten Bramme bestimmt, bei welcher eine stabile Funktion des Ofens, insbesondere der Fähre, gewährleistet ist. Kennzeichen dieser Auslegung ist eine maximale Verfügbarkeit der Fähre zum Verfahren der Brammen.

Die Zielstellung, eine Unterbrechung des Gießprozesses infolge Nichtverfügbarkeit der Walzstraße möglichst zu vermeiden, orientiert auf eine große Speicherkapazität und damit große Gesamtbaulänge des Durchlaufofens. Bei fixierter maximaler Länge der Brammen ergeben sich dadurch möglichst lange Einlaufteile. Dies steigert sowohl die Investitions- als auch die späteren Betriebskosten des Ofens. Eine Verkürzung des Durchlaufofens führt andererseits dazu, daß bereits kürzere Stillstände der Walzstraße den Abbruch des Gießbetriebes bewirken. Damit sinkt aber die Produktivität der Gesamtanlage zum Dünnbrammengießwalzen. Außerdem steigen zusätzlich die Betriebskosten im Bereich der Gießanlage infolge des zusätzlich erforderlichen Neurüstens der Anlage zum Angießen der Stränge.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Durchlaufofen zum Erwärmen von dünnen Brammen für eine mehrsträngige Dünnbrammengießwalzanlage zu entwickeln, welcher durch spezifische Strukturierung der Ofensektionen zur Senkung der Produktionskosten führt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Durchlaufofen zum Erwärmen von Dünnbrammen angewendet wird, der aus mindestens zwei parallelen Ofensektionen (Einlaufteile) besteht, in welche die Brammen beim Gießen auf mindestens zwei Gießsträngen nach ihrer Trennung vom Strang jeweils einlaufen, daran im technologischen Fluß der Brammen angeordnet, mindestens eine quer zur Bewegung der Brammen durch die Ofensektionen verfahrbare Ofensektion (Fähre), um die Brammen erforderlichenfalls in die Bewegungsachse der Walzstraße zu verfahren und daran im technologischen Fluß der Brammen angeordnet, eine auf einer gemeinsamen Bewegungsachse mit der nachgeordneten Walzstraße befindliche Ofensektion (Halteteil) zur Aufnahme der Brammen beim Abwalzen in der Walzstraße, wobei die Länge des verkürzten Halteteils kleiner als die maximale Länge der mit der Fähre quer zu ihrer Bewegungsrichtung durch die Ofensektionen verfahrbaren Bramme ist. Die erforderliche Mindestlänge des Halteteils wird durch das Zusammenwirken verschiedener Einflußgrößen vom Lay-out des Ofens und der Walzstraße sowie Prozeßparametern des Walzprozesses bestimmt.

Zur Gewährleistung der maximalen Produktivität der Walzstraße muß der Durchlaufofen so ausgelegt sein, daß selbst unter den ungünstigsten Prozeßbedingungen in der Walzstraße hinsichtlich der Prozeßlogistik bei Ende jedes Walztaktes die nächste Bramme zum Abwalzen am Ofenausgang bereitsteht. Dadurch wird eine kontinuierliche Brammenzufuhr zur Walzstraße gesichert, welche die Voraussetzung für die schnellstmögliche Wiederherstellung der Speicherkapazität des Ofens nach ihrer teilweisen bzw. vollständigen Inanspruchnahme infolge Walzstraßenstillstandes ist. Daraus erwächst die Notwendigkeit, beim Leerfahren des Durchlaufofens die Brammenzufuhr von den nicht in Walzachse befindlichen Einlaufteilen in das Halteteil mit dem Walztakt auch im ungünstigsten Fall so zu synchronisieren, daß durch das Verfahrensregime der Fähre in Verbindung mit einer Mindestlänge des Halteteils keine "Zwangspause" zwischen dem Abwalzen zweier aufeinanderfolgender Brammen auftritt.

Aus dieser Funktionsanforderung ergibt sich die Mindestlänge des erfindungsgemäß verkürzten Halteteils wie folgt:

1. Bestimmung des minimalen Wertes t_x nach folgender Beziehung für alle in der Walzstraße zu realisieren-

den Stichpläne, welche bei Auslegung der Gesamtanlage und damit Walzstraße zugrunde liegen.

$$\min t_x = t_{\text{walz}} - t_{\text{VB}}$$

(für alle Stichpläne) mit
 t_{walz} — Walztaktzeit [s] des jeweiligen Stichplans und Anlagen-lay-out
 (Walztakt — Zeit von Beginn des Verfahrens der abzuwalzenden Bramme vom Haltepunkt vor Ofenende (Abstand HOS) bis zum Beginn des Verfahrens der nächsten Bramme)

$$t_{\text{VB}} = (L_{\text{B,max}} + \text{HOS} - \text{HAT}) / \text{VEL}$$

mit
 $L_{\text{B,max}}$ — maximale Brammenlänge [m], die mit der Föhre gerade noch verfahrbar ist
 HOS — Abstand Brammenkopf [m] bei Brammenhalt vor den Enden der Ofensektionen
 HAT — Länge des verkürzten Halteteils [m]
 VEL — Einlaufgeschwindigkeit [m/s] der Bramme in die Walzstraße gemäß jeweiligem Stichplan
 2. Bestimmung des Wertes t_{VF} gemäß folgender Beziehung:
 (der letzte Term berücksichtigt das Beschleunigen bzw. Bremsen der Brammen beim Verfahren (aufgerundet!))

$$t_{\text{VF}} = 2 \cdot t_{\text{VFQ}} + (L_{\text{B,max}} + \text{HAT}) / \text{VRG}_{\text{max}} + K \cdot (\text{VRG}_{\text{max}} / \text{ARG})$$

mit
 t_{VFQ} — Zeit [s] für Querverfahren der Föhre von der Walzachse zum Einlaufteil, aus dem die nächste Bramme (nicht in Walzachse) zum Abwalzen zu holen ist
 K — Vorfaktor, abhängig von HAT (2 für HAT = 0, sonst 4)
 VRG_{max} — maximale Rollganggeschwindigkeit [m/s] zum Brammentransport im Durchlaufofen
 ARG — effektive Beschleunigung/Verzögerung der Bramme auf Ofenrollgang [m/s²]
 (übrige Variable s. Erläuterungen zu Punkt 1)
 3. Prüfung, ob für den zugrunde gelegten Wert der Länge des verkürzten Halteteils (HAT) die Relation

$$t_x \geq t_{\text{VF}}$$

erfüllt ist. Dann ist die angenommene Länge HAT für das verkürzte Halteteil hinsichtlich der erfindungsgemäß zugrunde gelegten technologischen Forderung zulässig, andernfalls wurde HAT zu klein angenommen. Die minimale zulässige und damit wirtschaftlichste Länge des verkürzten Halteteils ergibt sich im Falle der Gleichheit von t_x und t_{VF} . Diese Gleichheit kann iterativ ermittelt werden.

Ergibt sich die geforderte Relation auch für die Halteteillänge von 0,0 m, so ist die Ausführung des erfindungsgemäß verkürzten Halteteils unter den konkreten Auslegungsbedingungen für das Gesamtverfahren zur Herstellung von Warmbreitband aus dünnen Brammen nicht erforderlich. Der dann erfindungsgemäß auszuführende Durchlaufofen besteht nur noch aus den Einlaufteilen und der Föhre, von der die Brammen direkt in die Walzstraße verfahren. Zu der so ermittelten Länge des Halteteils kommt noch die Länge des Ofenaustritts hinzu. Das so bestimmte verkürzte Halteteil des Ofens führt zu zwei Extremvarianten der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Gesamtverfahrens zur Herstellung von Warmbreitband aus Dünnbrammen:

- Bei Beibehaltung der ursprünglichen Gesamtlänge des Durchlaufofens ergibt sich eine Verlängerung der Einlaufteile jeweils um den Betrag der Verkürzung des Halteteils, welches bei bisher üblichen Ofenauslegungen gleichlang der Föhre ist. Dadurch erhöht sich das nur in den Einlaufteilen kontinuierlich verfügbare Speichervermögen des Durchlaufofens, so daß noch längere Stillstandszeiten als bei einem Durchlaufofen gleicher Gesamtbauhöhe mit bisher üblicher Struktur ohne Gießabbruch möglich werden. Dadurch steigen die Gesamtverfügbarkeit und somit Produktivität der Anlage, und die technologischen Folgekosten von Gießabbrüchen werden verringert. Das Produktionsregime wird durch die Steigerung der Speicherkapazität des Ofens insgesamt stabilisiert, was sich wirtschaftlich ebenfalls positiv auswirkt. Allerdings ist bei dieser Nutzungsvariante der Erfindung der Mehraufwand an Investitionen und späteren Betriebskosten infolge der absoluten Verlängerung der Ofensektionen insgesamt zu berücksichtigen.
- Grundlage unveränderter Betriebskosten und Investitionskosten für den Durchlaufofen selbst ist die Beibehaltung der ursprünglichen Summe der Längen der einzelnen Ofensektionen. Daraus ergibt sich aber eine veränderte Ofenstruktur. Der so gestaltete Ofen hat infolge der sich ergebenden Verlängerung der Einlaufteile annähernd dasselbe Speicherverhalten wie der ursprüngliche Ofen mit gleicher Gesamtlänge aller Ofensektionen, ist aber in der Gesamtbauhöhe um die Hälfte der Verkürzung des Halteteils gegenüber der Föhre kürzer. Daraus ergibt sich eine kürzere Ofenhalle, so daß sich der Bauaufwand für den Durchlaufofen insgesamt verringert.

Kriterium, welche erfindungsgemäße Gestaltungsvariante im Entscheidungsfeld zwischen den beiden Extremvarianten ausgeführt wird, sind jeweils die konkreten Betriebs- und Investitionskosten gemäß Anlagenauslegung einschließlich Betriebsregime.

Nachfolgend wird die Anwendung der Erfindung für die Umgestaltung eines herkömmlichen Durchlaufofens

zur Erwärmung der Dünnbrammen bei der Herstellung von Warmbreitband mit einer zweisträngigen Dünnbrammengießanlage zu einem Durchlaufofen mit verkürztem Halteteil näher beschrieben. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 die herkömmliche Ausführung des Durchlaufofens,

Fig. 2 einen Durchlaufofen mit verkürztem Halteteil.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten zweisträngigen Durchlauföfen bestehen jeweils aus zwei parallel angeordneten Ofensektionen 1, in welche die Dünnbrammen 5 nach ihrer Trennung von den Strängen einlaufen. Diesen Ofensektionen 1, welche auch als Einlaufteile bezeichnet werden, schließt sich eine im technologischen Fluß befindliche und quer zur Bewegungsrichtung der Brammen 5 verfahrbare als Föhre bezeichnete Ofensektion 2 an. Entsprechend den Darstellungen in Fig. 1 und Fig. 2 liegt eine dem Durchlaufofen nachgeordnete Walzstraße auf der durch den Strang I der Dünnbrammengießanlage vorgegebenen Bewegungsachse. Ebenfalls auf dieser Bewegungsachse befindet sich eine weitere Ofensektion 3 als Halteteil bezeichnet, bzw. Ofensektion 4 als verkürztes Halteteil bezeichnet, welche in Fig. 1 in herkömmlicher Ausführung und in Fig. 2 entsprechend der Erfindung in verkürzter Ausführung dargestellt sind. Diese Ofensektionen schließen jeweils unmittelbar an die Ofensektion 2 (Föhre) an. Die Ermittlung der Mindestlänge des verkürzten Halteteils 4 erfolgt unter Berücksichtigung der technologischen Forderungen und unter Anwendung der vorstehend dargestellten und beschriebenen Beziehungen sowie unter Verwendung der nachfolgenden Angaben zum herkömmlichen Durchlaufofen.

Angaben zum herkömmlichen Ofen:

Gesamtlänge: 220 m

Länge Halteteil 1: 63 m

Haltepunkt Brammenkopf vor Ofenende (HOS): 2 m
längste, noch verfahrbare Bramme 5: 59 m

Länge Föhre 2 und Halteteil 3: 63 m

Verfahrzeit der Föhre zwischen den Strängen: 30 s

maximale Verfahrgeschwindigkeit: 0,75 m/s

effektive Beschleunigung/Verzögerung der Brammen 5 auf Ofenrollgang: 1,0 m/s²

Umgestaltung des herkömmlichen Ofens:

Das Minimum für den Wert t_x wurde bei einem Walztakt von 324 s Dauer bei 153 s gefunden, wobei die Länge des verkürzten Halteteils 4 mit 8 m zugrunde gelegt wurde. Dieser Wert für die Halteteillänge ist erfindungsge-
mäß zulässig, da der zugehörige Wert t_{vfb} sich zu 152 s ergibt.

Wegen der bereits relativ geringen Restlänge des verkürzten Halteteils 4 wurde weiterhin nach Varianten gesucht, auf das Halteteil 4 ganz zu verzichten. Eine Variante ergab sich im vorliegenden Anwendungsfall durch Erhöhung der maximalen Verfahrgeschwindigkeit des Ofenrollgangs um 20% bei gleichzeitiger Verkürzung der Verfahrzeit der Föhre 2 um etwa 4%.

Mit dieser Endvariante wurde der Entscheidung der Vorrang gegeben, die ursprüngliche Gesamtlänge aller Ofensektionen aus Gründen der Investitions- und späteren Betriebskosten beizubehalten, so daß sich die Gesamtbaulänge des neu gestalteten Durchlaufofens um etwa 14% verringerte.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- 1 Einlaufteil
- 2 Föhre
- 3 Halteteil
- 4 Halteteil (verkürzt)
- 5 Bramme (Dünnbramme)

Patentansprüche

1. Durchlaufofen zum Erwärmen von Dünnbrammen, der aus mindestens zwei parallelen Ofensektionen (Einlaufteile) besteht, in welche die Bramme beim Gießen auf mindestens zwei Gießsträngen nach ihrer Trennung vom Strang jeweils einlaufen, daran im technologischen Fluß der Brammen angeordnet, mindestens eine quer zur Bewegung der Brammen durch die Ofensektionen verfahrbare Ofensektion (Föhre), um die Brammen erforderlichenfalls in die Bewegungsachse der Walzstraße zu verfahren und daran im technologischen Fluß der Brammen angeordnet, eine auf einer gemeinsamen Bewegungsachse mit der nachgeordneten Walzstraße befindliche Ofensektion (Halteteil) zur Aufnahme der Brammen beim Abwalzen in der Walzstraße, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Länge des verkürzten Halteteils (4) kleiner als die maximale Länge der mit der Föhre (2) quer zu ihrer Bewegungsrichtung durch die Ofensektionen verfahrbaren Bramme (5) ist.

2. Durchlaufofen nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß das auf einer gemeinsamen Bewegungsachse mit der nachgeordneten Walzstraße befindliche verkürzte Halteteil (4) zur Aufnahme der Brammen (5) beim Abwalzen in der Walzstraße die Länge von 0,0 m hat, d. h., daß diese Ofensektion nicht vorhanden ist, und der Durchlaufofen nur aus den Sektionen zum Brammeneinlauf von den Strängen der Gießanlage sowie der daran anschließenden Sektion zum Querverfahren der sich in Längsrichtung durch den Ofen bewegendenden Brammen (5) besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Strang II

Strang I

1

2

3

5

HOS

HOS

HOS

HOS

L_{B max}

L_{B max}

LF

LF

Walz-
straße

Technical drawing of a roller assembly. It shows two rollers (1) and a central roller (2). The distance between the centers of the two rollers (1) is $\Delta L/2$. The length of the central roller (2) is LF . The distance between the right edge of the left roller (1) and the right edge of the central roller (2) is $LF - \Delta L$. The label 'Walzstraße' points to the right side of the central roller (2). The label 'Strang I' points to the left side of the left roller (1). The label '1' points to the left roller, and '2' points to the central roller. A dashed line indicates the position of the left roller (1) relative to the central roller (2).